خراسان بزرگ:سال پنجم،شماره(۱۵)،تابستان ۱۳۹۳
Quarterly bulletin of Greater Khorasan:Vol.(5),No.(15), summer 2014

ارائه راهکارهای موردنیاز در معماری همساز با اقلیم در شهر مشهد در جهت نیل به آسایش حرارتی[۱]

محسن فیضی[۲]
فاطمه مهدیزاده سراج[۳]
شیوا ثابتی اشجعی[٤] (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲ /۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳ /۳/۱۸
شماره صفحات:۱۳۱-۱۲۱

چکیده

توجه به اهداف عمدۀ طراحی اقلیمی در هر منطقۀ آب و هوایی و پیش‌بینی مواردی در جهت تحقق بخشیدن به این اهداف موجب سازگاری و هماهنگی ساختمان‌ها با شرایط اقلیمی و موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هویت یافتن معماری در هر اقلیم خواهد شد.هدف این پژوهش، ارائه شاخص‌های معماری همساز با اقلیم در شهر مشهد با توجه به شاخص‌های آسایش دمایی است. برای انجام این تحقیق از داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک شهر مشهد در یک دوره ۱۰ ساله استفاده‌شده است. روش انجام این تحقیق توصیفی-تحلیلی است. در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های ماهانی، گیونی، نمودار هم دمابه بررسی وضعیت آسایش اقلیمی و معماری همساز با اقلیم پرداخته‌شده است و سپس چگونگی آسایش انسان با توجه به این شاخص‌ها، پیشنهادها و راهکارهای لازم ارائه‌شده است. طراحی معماری همساز با اقلیم در شهر مشهد باید با توجه به زمستان‌ها و تابستان‌های خارج از محدوده آسایش شهر مشهد صورت گیرد. در این تحقیق مشخص شد که شهر مشهد از اوایل آبان ماه تا اواخر اسفندماه خارج از محدوده آسایش بوده و سرما حاکم است و علاوه بر تابش آفتاب استفاده از تجهیزات گرمایشی کمکی نیز ضرورت دارد. در ماه‌های شهریور، مهر، فرودین و اردیبهشت بنا تقریباً در محدوده آسایش قرار دارد. در سه ماه خرداد، تیر و مرداد دمای هوا بالای حد آسایش است؛ به‌طوری‌که با استفاده از سامانه‌های ایستا و جرم حرارتی سنگین بنا و همچنین استفاده مناسب از سایبان‌ها، می‌توان شرایط درون بنا را به محدوده آسایش نزدیک کرد.

کلیدواژه‌ها:
معماری همساز با اقلیم، آسایش حرارتی، انرژی، مشهد.

۱- این مقاله برگرفته از پایانامه کارشناسی ارشد معماری پایدار دانشگاه علم و صنعت، شیوا ثابتی اشجعی با عنوان « کاهش مصرف انرژی حرارتی با توجه ویژه به پوسته بیرونی بناهای مسکونی در شهر مشهد با بهره گیری از تجارب مسکن بومی منطقه» با راهنمایی دکتر محسن فیضی و دکتر فاطمه مهدی‌زاده سراج است.

۲- استاد دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران Mfaizi@iust.ac.ir
۳-دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایرانMehdizadeh@iust.ac.ir
۴- کارشناسی ارشد معماری پایدار، دانشگاه علم و صنعت ایرانShiva_Sabeti@arch.iust.ac.ir

مقدمه

معمـــاری همســـاز بـــا اقلیـــم، روشـــی بـــرای کاهـــش همه‌جانبـه هزینـه انـرژی یـک سـاختمان اسـت .طراحـی سـاختمان اولیـن خطـوط دفاعـی در برابـر عوامـل اقلیمـی خـــارج اســـت. در تمـــام اقلیم‌هـــا، ســـاختمان‌هایی کـــه بـــر اســـاس اصـــول طراحـــی اقلیمـــی ساخته‌شـــده‌اند، ضـرورت گرمایـش و سـرمایش مکانیکـی را بـه حداقـل کاهـش می‌دهنـد، در عـوض از انـرژی طبیعـی موجـود در اطـــراف ســـاختمان‌ها اســـتفاده می‌کننـــد. ایـــن امـــر موجـب صرفه‌جویـی در مصـرف انـرژی می‌شـود و در اسـتفاده بهینـه از شـرایط محیطـی در ایجـاد آسـایش بـرای زندگـی در داخـل سـاختمان‌ها یاری‌رسـان خواهـد بـود. اگـر برنامه‌ریـزی بـر پایـه شـاخص‌های آسـایش و معمـاری همسـاز بـا اقلیـم انجـام گیـرد، در تمـام فصـول به‌طـور طبیعـی و بـا کمتریـن نیـاز بـه سیسـتم‌های مکانیکـی گرمایشـی و سرمایشـی، شـرایط در حد آسـایش انسـانی باقـی می‌مانـد. لـذا طراحـی معمـاری همسـاز بـا اقلیـم در شـهر مشـهد بـا توجـه بـه زمسـتان‌های سـرد و تابســتان‌های گــرم (خــارج از محــدوده آســایش) شــهر مشـهد جهـت کاهـش مصـرف سـوخت ضـروری بـه نظـر می‌رسـد.

اقلیـــم معمـــاری دارای دو هـــدف عمـــده اســـت کـــه عبارت‌انـد از:در فصـل زمسـتان مقاومـت در برابـر اتـلاف و خـروج حـرارت بـه بیـرون از سـاختمان و جـذب هـر چـه بیشـتر حـرارت خورشـیدی ماننـد پرتـوی خورشـیدی کـه از پنجره‌هـای جنوبـی می‌تابـد. در فصـل تابسـتان) فصـول گـرم) کـه سـرمایش موردنیـاز اسـت، ایـن اهـداف عکـس می‌گردنـد، یعنـی مقاومـت در برابـر حـرارت تابش خورشـیدی بـا ایجـاد سـایه و اتلاف هـر چه بیشـتر حرارت داخل ساختمان موردنظر اسـت(Watson,1993:183).

در رابطـه بـا موضـوع اقلیـم معمـاری مطالعـات زیـادی صـورت گرفتـه اسـت کـه هـر یـک از آن‌هـا به‌نوعـی بـه نگـرش و توجـه بـه شـرایط اقلیمـی در سـاخت ابنیـه و ایجـاد سـاختمان‌های همسـاز بـا اقلیـم تأکیـد داشـته‌اند. برخـی از ایـن تحقیقـات عبارت‌انـد از: کسـمایی در کتـاب اقلیـم و معمـاری، در نواحـی اقلیمـی مختلف ایـران، اصول طراحـی سـاختمان را در ارتبـاط بـا اقلیـم بررسـی کـرده اسـت (کسـمایی،۷۸:۱۳۸۲). محمـدی در کتـاب آب و هواشناسـی کاربـردی بـه بررسـی چگونگـی ارتبـاط اقلیـم و معمـاری پرداختـه و شـکل معمـاری و بناهـای نواحـی مختلـف ایـران را بـا توجـه بـه شـرایط اقلیمـی بیـان کرده اسـت. عبدلـی و فصیحـی در سـال ۱۳۶۵ بـه تأثیـر اقلیـم شـهر تهـران بـر میـزان مصـرف انـرژی در سـاختمان‌های مسـکونی پرداخته‌انـد. آن‌هـا شـرایط اقلیمـی مربـوط بـه شـهر تهـران را بررسـی نمـوده و درنهایـت اهـداف عمـده طراحـی اقلیمـی در ایـن شـهر را شناسـایی کرده‌انـد و راهکارهایـی در جهـت بهینه‌سـازی مصـرف انـرژی و افزایـش آسـایش سـاکنین از طریـق طرحـی اقلیمـی ارائـه نموده‌انـد. گرجـی مهلبانـی در مقالـه‌ای بـه بررسـی اصـول معمـاری شـهر کاشـان بـا توجـه بـه شـرایط اقلیمـی می‌پـردازد و در ایـن راسـتا از روش تحلیـل گیونـی بهـره می‌جویـد (گرجـی مهلبانـی،۳۵:۱۳۹۰). طاهبـاز روش تحلیـل آمـار هواشناسـی بـرای طراحـی معمـاری همسـاز بـا اقلیـم ارائـه می‌کنـد (طاهبـاز،۵۴:۱۳۸۸). ملـک حسـینی در مقالـه‌ای اقلیـم شـهر اراک را طبـق دیـدگاه اولگـی و گیونـی و ماهانـی و اونـز بررسـی می‌کنـد و در آخـر تأثیـر اقلیـم بـر معمـاری سـنتی و مـدرن شـهر اراک را بیـان می‌کنـد (ملـک حسـینی و ملکـی،۱۴۴:۱۳۸۹). تقـی طاووسـی بـه ارزیابـی شـاخص‌های آسـایش دمایـی و معمـاری همسـاز بـا اقلیـم شـهر روانسـر در مقالـه خـود می‌پـردازد (طاووسـی و عبدالهـی،۱۳۶:۱۳۸۸).

در خصـوص اقلیـم و آب‌وهـوای ایـن شـهر پژوهش‌هـای مختلفـی در حـوزه جغرافیـا انجام‌شـده اسـت. اسـماعیلی در مقالـه‌ای بـه پهنه‌بنـدی اقلیمـی خراسـان رضـوی می‌پردازنـد کـه در ایـن تقسـیم‌بندی شـهر مشـهد در دشـت رضـوی بـا آب‌وهـوای نیمه‌خشـک قـرار دارد (اسـماعیلی و همـکاران،۵۰:۱۳۹۰). داوودی و همـکاران در مقالـه‌ای عناصـر اقلیمـی شـهر مشـهد را بررسـی کـرده و اقلیـم شـهر مشـهد را نیمـه گـرم و خشـک عنـوان می‌کننـد و در پایـان پیش‌بینـی بلنـد مدتـی بـرای اقلیـم ایـن شـهر ارائـه می‌نماینـد (داوودی و همـکاران، ۴۴:۱۳۸۹).

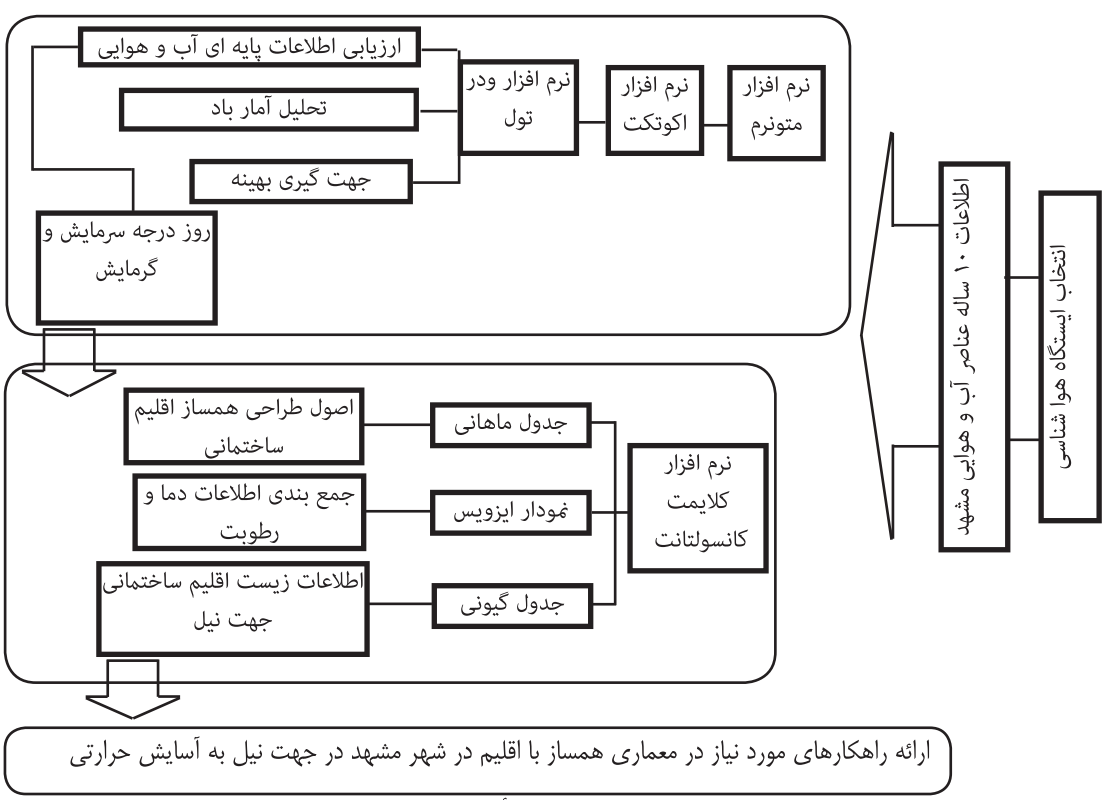
هـدف از نـگارش ایـن مقالـه دسـتیابی بـه چهارچوبـی پیـش روی مهندسـان معمـار اسـت کـه اصـول معمـاری همسـاز بـا اقلیـم را جهـت نیـل بـه آسـایش حرارتـی در اقلیـم شـهر مشـهد را مبنـای طراحـی خویـش قـرار دهنـد. تـا کاهـش مصـرف قابل‌توجهـی در انـرژی در حـوزه سـاختمان در ایـن کلان‌شـهر ایـران بـا توجـه بـه بحران‌هـای اخیـر انـرژی فسـیلی و آلودگی‌هـای ناشـی از آن داشـته باشـیم.

۱-۱ روش تحقیق

در بررسی اقلیمی شهر مشهد از آمار و داده‌های ۱۰ ساله عناصر آب و هوایی این شهر ازجمله دما، رطوبت، بارندگی و ... از مرکز ملی اقلیم پژوهشی شهر مشهد و سایت سازمان هواشناسی کشور استفاده‌شده است. پس از جمع‌آوری پارامترهای ذکرشده با استفاده از نرم‌افزار واسط متونرم[1] این اطلاعات قابل‌استفاده در نرم افزاراکوتکت[2] می‌شود. پس‌ازآن از نرم‌افزار ودرتول[3] که از خروجی‌های اکوتکت است، به استخراج جداول اطلاعات آب و هوایی و نمودار گلباد شهر و همچنین نقاله خورشیدی پرداختیم. از خروجی‌های نرم‌افزار کلایمت کانسولتانت[4] نیز موارد استفاده‌شده در این پژوهش جدول سایکومتریک و نمودارهم‌دما می‌باشد. نمودارهای مربوطه استخراج و ارائه گردیده و در پایان پیشنهادهای لازم جهت طراحی و معماری همساز با اقلیم بیان شده است (شکل۱).

۱-عوامل اقلیمی و آسایش انسان

ترکیبی از عوامل اقلیمی بر انسان تأثیر گذاشته و با آسایش فیزیکی او نیز مرتبط می‌باشند. امروزه در ساختمان‌ها، انرژی زیادی جهت دستیابی به شرایط مطلوب آسایش و به‌خصوص رسیدن به دمای مناسب صرف می‌شود. آمار و ارقام حاکی از آن است که در ممالک توسعه‌نیافته مصرف انرژی در بخش ساختمان رو به افزایش است، به‌طوری‌که بیش از یک‌سوم انرژی در ساختمان‌های مختلف مصرف می‌شود (حیدری و غفاری، ۳۸:۱۳۸۹).به جهت زیاد بودن سهم مصرف انرژی در ساختمان‌های جدید، ضروری است که به طرق مختلف راهبردهای کاهش مصرف انرژی به‌دست‌آمده و به کار گرفته شوند.در آزمایش‌ها و تحقیقات چنین آمده است که هر یک درجه تغییر در نیاز به سیستم گرمایشی و سرمایشی حدود ۷ درصد امکان صرفه‌جویی در مصرف انرژی را مهیا می‌سازد. به این ترتیب مشخص می‌گردد که



شکل ۱) روش تحقیق پژوهش، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳

1-METEONORM
2-ECOTECT
3-Weather tool
4-Climate Consultant

پرداختن به راهکارهای مناسب در طراحی‌ها و محاسبات اقلیمی که صرفه‌جویی در مصرف انرژی و تطبیق دمای هوا با دمای آسایش بدن و روح انسان را میسر می‌سازد حائز اهمیت بالایی است (مهدیزاده و همکاران، ۲:۱۳۹۳). جهت ارتقاء بهره وری در طراحی بناها، همواره این پرسش مطرح است که میزان انرژی مورداستفاده چقدر بوده و چگونه می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد بی‌آنکه هزینهٔ سنگینی را هم بر ساکنین اعمال نمود. در این میان، طراحی منطبق با اقلیم در زمره مهم‌ترین راهکارها است که نقطهٔ اوج این‌گونه راهکارها را می‌توان در ساختمان‌های سنتی ایران یافت که در طی سالیان متوالی و طولانی، جهت تطبیق بیشتر با شرایط آسایش به دستاوردهایی ارزشمند دست‌یافته‌اند.

۲-منطقهٔ موردمطالعه

شهر مشهد، مرکز استان خراسان و در شمال شرقی کشور واقع است این شهر بزرگ‌ترین،مهم‌ترین و پر جمعیت‌ترین شهر در بخش شرقی ایران محسوب می‌شود و تا شعاع بسیار زیادی در خارج از مرزهای شمالی و شرقی، چنین شهری با چنین ویژگی‌هایی بافت نمی‌شود. این شهر که در بخش بزرگی از حوضه آبریز کشف رود واقع‌شده است از شمال شرق به کوه‌ها هزار مسجد و از جنوب و غرب به کوه‌های بینالود محدود می‌شود مختصات این شهر نیز ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است)مدیریت آمار و تحلیل اطلاعات شهرداری مشهد(. حداقل ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۷۵۰ متر و حداکثر آن ۱۸۰۰ متر است و ارتفاع متوسط شهر مشهد از سطح دریا ۹۴۳ متر است. حداکثر ارتفاع کوه‌ها در دو طرف این دره ۳۱۵۰ متر است؛ بدین ترتیب ارتفاع خط الرأس کوه‌ها و خط القعر دره کشف رود ۲۴۰۰ متر است که این امر تأثیر فراوان در تنظیم شبکه آب‌های سطح الارضی دارد)همان(. طی پژوهش‌های انجام‌شده اقلیم این شهر از ۴۰ سال گذشته تاکنون نیمه گرم و خشک است. حداکثر دمای سالانه این شهر به‌طور میانگین ۱۰ سال گذشته، در تیرماه ۴۳/۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای سالانه در دی‌ماه و ۱۵- درجه است. همچنین به‌طور میانگین شهر مشهد در ۷ ماه از سال دما زیر حد آسایش است و در ۳ ماه بالای حد آسایش و همچنین در ۲ ماه از سال در محدوده آسایش‌قرار دارد. باد محلی دیزباد یا تیزباد ازجمله بادهای مهم در استان است در قسمت‌هایی از شهرستان‌های نیشابور و مشهد می‌وزد و با توجه به شرایط مناسبی که دارا می‌باشد، یک باد اقتصادی محسوب می‌گردد. این باد محلی با جهت شرقی— غربی می‌وزد (تارنمای اداره کل هواشناسی خراسان رضوی).

۳-تحلیل اطلاعات آب و هوایی

لازم به ذکر است که معدل آماری برای حداقل یک دوره ده‌ساله (و بیشتر) باید استفاده شود. در شرایطی که ایستگاه موردنظر دارای آمار طولانی مثلاً سی‌ساله یا بیشتر است، خصوصاً در شهرهای بزرگ، لازم است روند تغییرات دمایی طی آن سال‌ها مطالعه شود. چه‌بسا گرم شدن کره زمین در آن محل به نحو چشمگیری اتفاق افتاده است (طاهباز، ۶۴:۱۳۸۶). در این مقاله، آمار موردنیاز در طی یک دوره اقلیمی ۱۰ ساله اخیر (۱۳۸۱-۱۳۹۱) که از مرکز ملی اقلیم پژوهشی شهر مشهد و سایت سازمان هواشناسی کشور به‌صورت غیرحضوری اخذشده است.

٤-۱ارزیابی اطلاعات پایه‌ای آب و هوایی

برای مشاهده و تحلیل اطلاعات آب و هوایی یکی از نرم‌افزارهای اصلی که مورداستفاده قرار گرفت نرم‌افزار ودرتول است که اطلاعات ۱۰ ساله آب و هوایی مشهد در آن واردشده است؛ طبق این اطلاعات حداکثر دمای سالانه در تیرماه ۴۳/۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای سالانه در دی‌ماه و ۱۵- درجه می‌باشد.

نیاز به گرمایش و سرمایش و نسبت آن در طول یک سال یکی از عوامل مهمی است که در تصمیم‌گیری طراحی همساز با اقلیم نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. آمار مربوط به روز درجه گرمایش و یا سرمایش طی سال‌های آمارگیری این نسبت را نشان می‌دهد (طاهباز،۸۲:۱۳۸۶). همان‌گونه که در شکل ۲ دیده می‌شود: به‌طور میانگین در ۷ ماه از سال دما زیر حد آسایش می‌باشد (از اوایل پاییز تا اواخر فروردین‌ماه) و در ۳ ماه بالای حد آسایش (اوایل خردادماه تا اواخر مردادماه) و همچنین در ۲ ماه از سال در محدوده آسایش‌قرار دارد.[1]

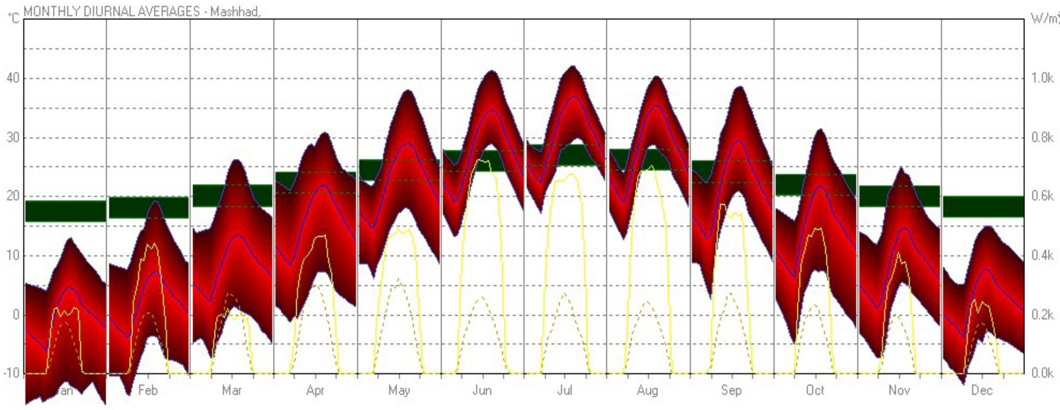
٤-۲ روز درجه سرمایش و گرمایش

نیاز به گرمایش یا سرمایش و نسبت آن در طول سال یکی

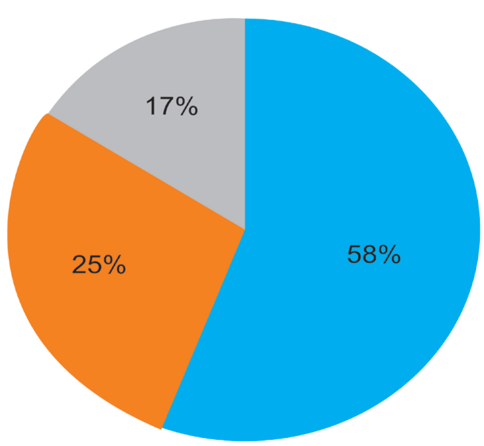
۱-در شکل ۲ محدوده سبز آسایش در بنا بدون تهویه طبیعی را نشان می‌دهد. منحنی‌های زرد انرژی تابشی مستقیم خورشید و منحنی‌های خط چین انرژی بازتابی خورشید است

از عوامل مهمی است که در تصمیم‌گیری‌های طراحی همساز با اقلیم نقش تعیین‌کننده دارد (طاهباز، ۱۳۸۸:۶۶). روز درجه اختلاف میان میانگین دمای روزانه با دمای مبنا می‌باشد؛ لذا برای روز درجه گرمایش دمای مبنا ۱۸ درجه سانتی‌گراد و برای روز درجه سرمایش دمای مبنا ۲۱ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته‌شده است، پس روز درجه نشان‌دهنده مواقعی است که باید با استفاده از تمهیدات غیرفعال یا فعال، دمای داخل را در محدوده ۱۸-۲۱ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشت. همچنین تعیین آستانه سه درجه برای دمای آسایش با دیدگاه مهندسان تأسیسات است که بر اساس آن بار گرمایی یا سرمایی تجهیزات مکانیکی را محاسبه می‌کنند. درحالی‌که در شرایط طبیعی و خصوصاً با توجه به سازش‌پذیری مردم بومی با شرایط اقلیمی، شرایط قابل‌تحمل در آستانه بیش از ۳ درجه قرار دارد. طبق تحقیقات همفری، دمای آسایش با توجه با دمای خارج ساختمان متغیر بوده و از ۲۲ درجه تا ۲۹ درجه قابل تنظیم است (Brown & Dekay,2001:147).

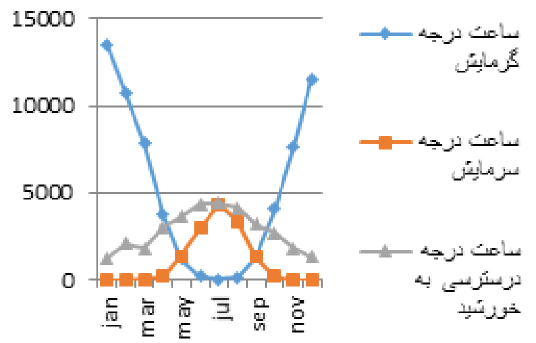
همان‌گونه که در شکل۳ مشاهده می‌شود، در شهر مشهد شیوه‌های فعال یا غیرفعال گرمایشی برای ۵۸ ٪مواقع سال و سرمایش برای ۲۵٪ مواقع سال باید در نظر گرفته شود. با وجود گرم‌تر شدن زمین و تبدیل‌شدن مشهد از شهر با اقلیم نیمه‌خشک سرد به نیمه‌خشک گرم (داوودی و همکاران، ۱۳۸۹:۳۶)، همچنان نیاز به گرمایش بیشتر می‌باشد.



شکل۲)میانگین، حداقل و حداکثر دمای ماهانه در شهر مشهد، (خروجی ودرتول) مأخذ:نگارندگان،۱۳۹۳



شکل ۳) میزان روز درجه سرمایش و گرمایش در شهر مشهد در طی یک سال مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳



شکل ٤)میزان ساعات دسترسی به خورشید در کنار روز درجه‌ها، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳

در شکل ۴ زیر میزان روز درجه‌ها همراه با میزان تابش ماهانه نمایش داده‌شده که می‌توان مشاهده کرد همواره روز درجه سرمایش و گرمایش در جهت عکسِ هم تغییر می‌کنند و میزان روز درجه سرمایش کاملاً منطبق بر میزان تابش خورشید در ماه‌های مختلف می‌باشد.

همان‌گونه که شکل مشخص است روز درجه گرمایش بیشتر از روز درجه سرمایش می‌باشد، لذا نیاز به گرمایش در شهر مشهد بیشتر مواقع سال نیاز است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تمرکز بر روی راهکارهای سرمایشی مؤثرتر و قابل حصول‌تر از راهکارهای گرمایشی است، ضمن اینکه هزینه سرمایش بیشتر از گرمایش می‌باشد. داوودی در پژوهش خود در رابطه با دما می‌گوید: دمای مشهد دارای روند معنادار افزایشی است؛ اقلیم مشهد از سال ۱۹۷۹ تغییر کرده و از اقلیم نیمه‌خشک سرد به نیمه‌خشک گرم در حال تغییر است.

٤-۳تحلیل آمار باد

استفاده از تهویه طبیعی در طبیعی در فصول گرم و ممانعت از تهویه و جریان هوا به خارج در فصول سرد در چهار فصلی مانند مشهد نیازمند شناخت دقیق و کاربردی از وزش باد می‌باشد. استفاده از نمودارهای کلی مانند نمودار گل باد شکل زیر می‌تواند شناختی کلی در خصوص الگوی باد به طراح بدهد؛ بنابراین نگارنده با کمک نرم‌افزار ودرتول (شکل۵)، الگوی باد شهر مشهد را با دقت بیشتری به تفکیک ماه طی ۱۰ سال گذشته بررسی کرده است. در فصول سرد سال باد غالب ازنظر دمایی سرد بوده و از جهت شمال غربی و غرب–شرق می‌وزد. در فصول گرم سال جهت وزش باد از شرق و جنوب شرقی است و امکان تهویه شبانه را مهیا می‌کند (شکل۶).

باد محلی دیزباد یا تیزباد ازجمله بادهای مهم در استان است در قسمت‌هایی از شهرستان‌های نیشابور و مشهد می‌وزد و با توجه به شرایط مناسبی که دارا می‌باشد، یک باد اقتصادی محسوب می‌گردد. این باد محلی با جهت شرقی— غربی می‌وزد. سرعت باد در حوالی نیمه‌شب کم شده و تا اوایل صبح ادامه دارد و در نیم روز سرعت باد به بیشترین مقدار خود می‌رسد. این باد در طول سال تغییر جهت ناچیزی دارد (تارنمای اداره کل هواشناسی خراسان رضوی).

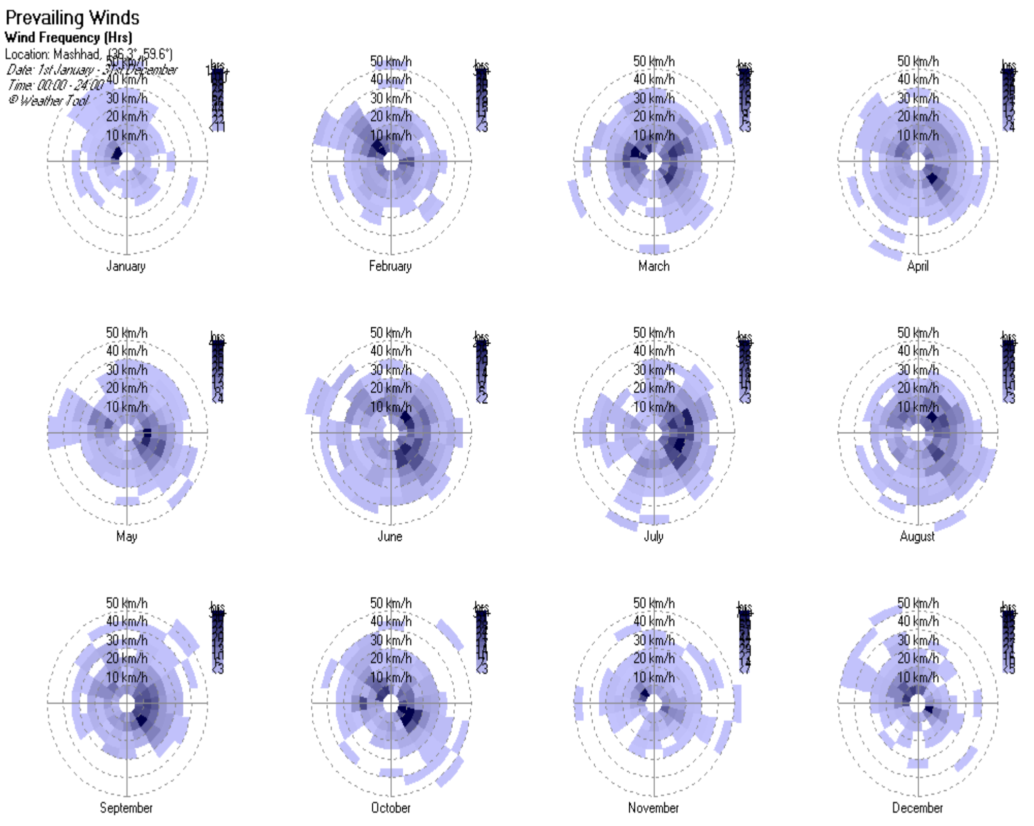
٤-٤ جهت‌گیری بهینه

در قسمت موقعیت خورشید، نرم‌افزار ودرتول به‌طور خودکار بهینه‌ترین جهت را بر اساس حداکثر میزان تابش خورشید سطح عمودی در سه ماه سرد و حداقل میزان تابش خورشید بر سطح عمودی در سه‌ماهه سرد پیشنهاد می‌دهد که برای شهر مشهد کشیدگی شرقی–غربی و بازه ۱۵ درجه غربی تا ۲۰ درجه شرقی در جبهه جنوب (۱۶۰ تا ۱۹۵ از مبنای شمال).

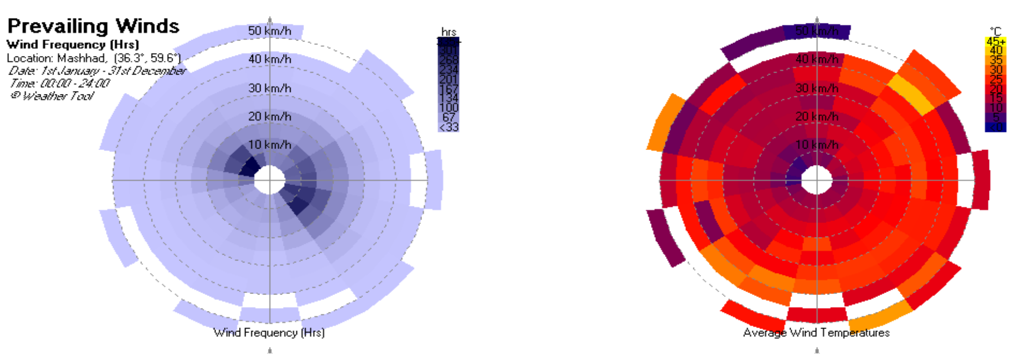
مناسب‌ترین جهت دریافت انرژی تابشی خورشید می‌باشد و ۱۷۵ درجه از مبنای شمال جغرافیایی و به سمت جنوب شرقی بهترین جهت‌گیری می‌باشد (شکل۷)، به‌عبارت‌دیگر در این زاویه بیشترین جذب خورشید و کمترین جذب ناخواسته در تابستان اتفاق می‌افتد (راهنمای نرم‌افزار).

عکس این جهت به سمت شمال (۱۹۵تا۳۶۰ درجه و ۰ تا ۱۶۰ درجه از مبنای شمال) نامناسب‌ترین زاویه جذب خورشید می‌باشد.

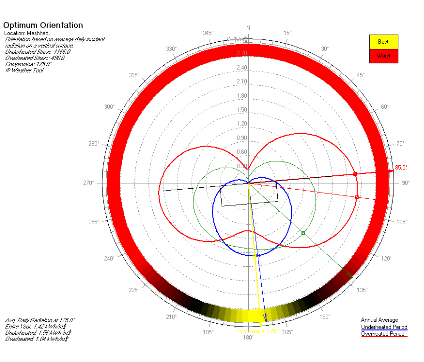
همچنین فرم و سازمان‌دهی پلان ساختمان باید امکان نفوذ مستقیم آفتاب را به داخل اتاق‌ها فراهم کرده و در حد امکان آن‌ها را در برابر نفوذ هوای سرد محافظت نماید. در طول دوره سرما نیز استفاده از سیستم‌های گرم کننده مکانیکی جهت گرم نگه‌داشتن ساختمان الزامی و ضروری است.



شکل ۵)نمودار گلباد ماهانه شهر مشهد خروجی نرم افزار ودرتول، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳



شکل ۶)نمودار گلباد سالانه شهر مشهد بر حسب دما و فراوانی خروجی نرم افزار ودرتول، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳



شـکل ۷)نقالـه خورشـیدی-جهت‌گیری بهینـه بنـا در مشـهد-
خروجـی ودرتـول، مأخـذ: نگارنـدگان،۱۳۹۳

۵- یافته‌های تحقیق

۵-۱ جدول اصول طراحی اقلیم ساختمانی (ماهانی)

جدول ماهانی مجموعه‌ای از چند جدول است که می‌تواند به‌عنوان راهنمای طراحی همساز با اقلیم مورداستفاده قرار گیرد. ایده اولیه این جدول نخستین بار در سال ۱۹۶۸میلادی توسط کارل ماهانی[1] و در نیجریه مطرح شد. دو سال بعد در ۱۹۷۰میلادی با همکاری اتوکونیز برگر و مارتین اونز و شخص ماهانی توسعه پیدا کرد و درنهایت در ۱۹۷۱میلادی برای اولین بار توسط دپارتمان امور اقتصادی- اجتماعی سازمان ملل متحد انتشار یافت. جدول ماهانی درواقع یک سلسله از تحلیل‌های اقلیمی را پیشنهاد می‌کند که با واردکردن اطلاعات آماری پایه و موجود در سطح وسیع و قابل‌دسترسی آسان، آغاز می‌شود و به مجموعه‌ای از پیشنهادها و ترجیحات اقلیمی منتهی می‌شود (رازجویان ۳۴:۱۳۸۸). بر اساس مدل ماهانی ویژگی‌های عناصر اصلی ساختمانی برای شهر مشهد به شرح زیر توصیه می‌شود:

*شیوه استقرار ساختمان (طول ساختمان)در امتداد شرق و غرب می‌باشد. (همان‌گونه که از نمودار خورشیدی برمی‌آید.)

*ساختمان باید به‌صورت یک مجموعه فشرده باشد.

*شکل اتاق‌ها باید به هم چسبیده باشد و پیش‌بینی جریان هوا به‌طور موقت و در مواقع لازم، ضروری می‌باشد و همچنین لازم است که در ساختمان، اتاق‌هایی پیش‌بینی گردند که با هوای آزاد تماس داشته باشند.

*لازم است از پنجره‌های کوچک با استفاده از بازشوهایی با مساحت ۴۰ تا ۲۵ درصد دیوارهای شمالی و جنوبی ساختمان استفاده نمود که لازم است این پنجره‌ها در ارتفاع قد انسان و رو به بادهای تابستانی ایجاد شوند.

*دیوارهای سنگین (اعم از داخلی و خارجی) با ظرفیت حرارتی زیادمصالح ساختمانی سقف‌ها و بام‌ها باید از نوع مصالح سنگین با زمان تأخیر بیش از۸ ساعت باشد.

*پیش‌بینی یک فضای مناسب (بهارخواب) در خارج از ساختمان برای خواب شبانه برای ماه‌های گرم سال ضروری است.

۵-۲ جدول هم‌دما (ایزوپس)[2]

به‌منظور جمع‌بندی اطلاعات دما و رطوبت تقویم نیاز اقلیمی ترسیم می‌گردد. تقویم نیاز اقلیمی در سال ۱۹۷۵ توسط وکتور اولگی پیشنهادشده است که نیازهای اقلیمی یک محل در یک سال را به‌صورت گرافیکی نمایش می‌دهد (طاهباز،۶۶:۱۳۸۸). که سردترین ایام سال (آبان ماه تا اواخر اسفند)، استفاده از تابش آفتاب ضروری است و علاوه بر آن، استفاده از تجهیزات گرمایشی کمکی نیز ضرورت دارد، همچنین شب‌هنگام احتمال یخبندان وجود دارد. چهار ماه از سال (شهریور، مهر، فروردین و اردیبهشت) با استفاده از حرارت ذخیره‌شده در مصالح ساختمانی و حوالی سحر به کمک تجهیزات گرمایشی کمکی می‌توان راحت بود. در گرم‌ترین ایام سال (خرداد، تیر، مرداد) شب‌ها آسایش فراهم می‌باشد. در روزهای این ایام هوا گرم بوده و باید علاوه بر جریان باد و ظرفیت حرارتی مصالح ساختمانی، از برودت تبخیری آب نیز استفاده نمود.

وجود نوسان دمای زیاد روزانه موجب شده است که روزهای تابستان گرم و شب‌ها مطبوع باشد و بالعکس روزهای زمستان در آفتاب مطبوع و شب‌ها سرد باشد. پیش‌بینی فضاهای متنوع ازنظر شرایط حرارتی به‌صورت فضای باز و بسته، این امکان را فراهم می‌کند تا در هر زمان از روز و سال، استفاده‌کنندگان خرد اقلیم‌های متنوعی در اختیار داشته و بتوانند متناسب با نیاز گرمایی خود از فضایی که با شرایط آسایش آن‌ها منطبق‌تر است استفاده کنند (همان: ۶۶).

۵-۳ جدول زیست اقلیم ساختمانی[3] (گیونی)[4]

در روش گیونی، ویژگی‌هایی که یک ساختمان باید دارا باشد تا هوای داخلی آن تحت تأثیر شرایط اقلیمی در منطقه آسایش قرار بگیرد، در ارتباط با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان مشخص‌شده است (کسمایی ۱۰۲:۱۳۸۷).

برای تعیین این ویژگی‌ها از جدول سایکرومتریک[5] که رابطه آسایش انسان و شرایط حرارتی محیط اطراف او

1-Carl Mahoney

2-Izopath Diagram

3-Building BioClimatic Chart

4-Givoni

5-Psychrometric

را با دقت بیشتری مشخص می‌کند، استفاده‌شده است. گیونی به‌منظور استفاده عملی از جدول سایکرومتریک، با ترسیم منحنی‌هایی بر روی آن میزان تأثیر و حدود استفاده از مواردی نظیر تهویه طبیعی، ویژگی مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی و همچنین لزوم استفاده از دستگاه‌های مکانیکی را در شرایط حرارتی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص کرده و جدول به‌دست‌آمده را « جدول زیست – اقلیم ساختمانی » نام نهاده است (رازجویان، ۱۳۸۸:۵۸). این نمودار تأثیر آسایش انسان و نیازهای اقلیمی او را در نظر گرفته است.طبق ارزش‌گذاری نرم‌افزار در شکل ۹، بر سامانه‌های مؤثر بر ساختمان، اولویت‌بندی به شرح زیر می‌باشد (مستخرج از نرم‌افزار کلامیت):

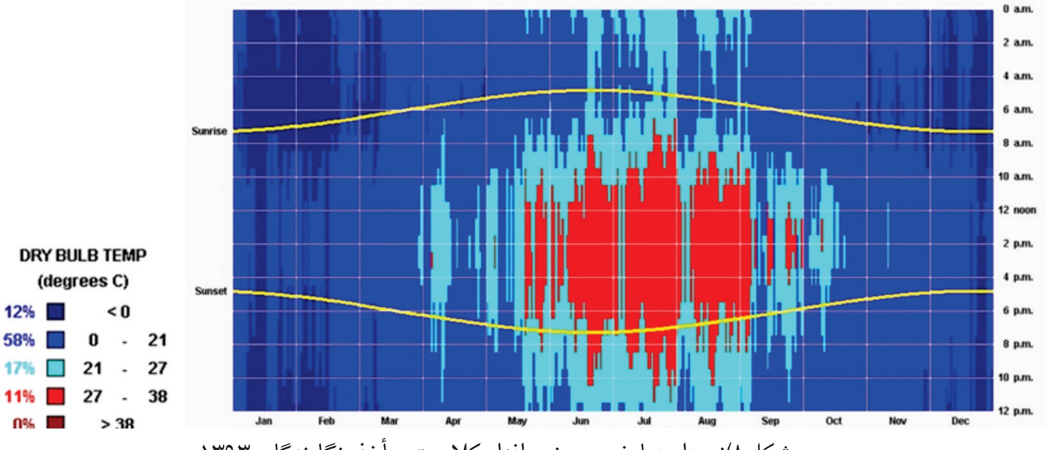
*حدود ۱۸,۲٪ از سال شرایط آسایش[1] حکم فرم است.

*در صورت استفاده از سایبان[2] ۱۵,۱٪ از سال به محدوده آسایش حرارتی اضافه می‌شود.

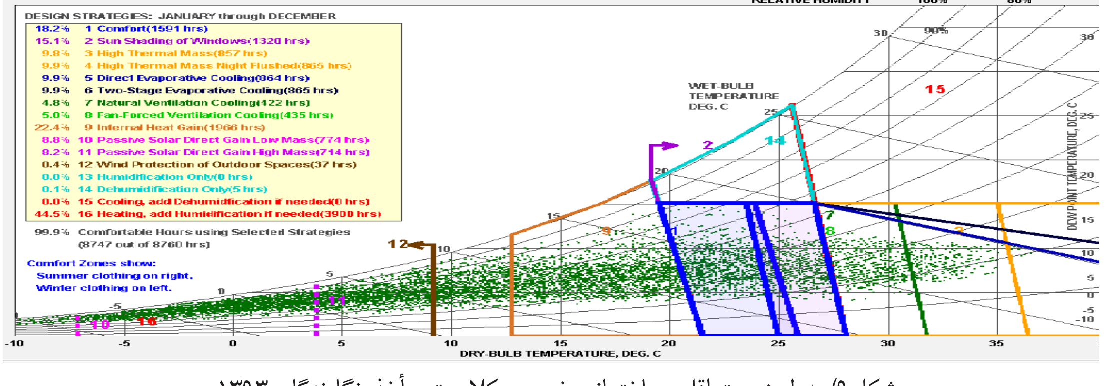
*جرم حرارتی[3] ، سرمایش تبخیری مستقیم[4] ، جرم حرارتی به تهویه شبانه[5] ، سرمایش تبخیری دو مرحله‌ای[6] به میزان ۹,۹٪ مؤثر در جهت نیل به آسایش در طول سال می‌باشند.

*۲۲,۴٪ مواقع از سال توسط جذب داخلی گرما[7] به شرایط آسایش اضافه می‌شود.

*تهویه طبیعی[8] و استفاده از دستگاه خنک‌کننده



شکل۸)نمودار دما خروجی نرم افزار کلامیت، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳



شکل۹)جدول زیست اقلیم ساختمانی خروجی کلامیت، مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۳

1-Comfort
2-Sun Shading of windows
3-High Thermal Mass
4-Direct Evaporative cooling
5-High Thermal Mass night
6-Two-stage evaporative cooling
7-Internal heat gain
8-Natural Ventilation

مجهز به فن[1]در حدود ۴,۹٪ ساعات سال را وارد محدوده آسایش می کنند.
*جذب مستقیم ایستا با استفاده از مصالح سبک و سنگین[2]به ترتیب ۸,۸٪ و ۸,۲٪ در جهت نیل به آسایش مؤثر است.
*۴۴,۵٪ از سال نیاز به گرمایش و رطوبت زن[3] جهت رسیدن به آسایش ضروری به نظر می‌رسد

٦- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که از ارزیابی اطلاعات پایه‌ای آب و هوایی برمی‌آید، به‌طور میانگین در ۷ ماه از سال دما زیر حد آسایش می‌باشد (از اوایل پاییز تا اواخر فروردین‌ماه) و در ۳ ماه بالای حد آسایش(اوایل خردادماه تا اواخر مردادماه) و همچنین در ۲ ماه از سال در محدوده آسایش قرار دارد.

مقایسه روز درجه سرمایش و گرمایش در شهر مشهد نشان می‌دهد که بیش از نیمی از سال نیاز به گرمایش شامل تمهیدات فعال یا غیرفعال ضروری به نظر می‌رسد و این در حالی است که نیاز به سرمایش تقریباً نصف نیاز به گرمایش در طول سال می‌باشد. با توجه به بررسی نقاله خورشیدی شهر مشهد، کشیدگی بنا شرقی-غربی باجهت‌گیری ۱۶۰ تا ۱۹۵ از مبنای شمال می‌باشد.
تطبیق داده‌های اقلیمی با روش ماهانی نشان داد که شکل قرارگیری بنا در جهت شرقی غربی مناسب می‌باشد همچنین جریان هوا ضرورتی ندارد و در صورت لزوم از جریان‌های موقت می‌توان استفاده کرد. ابعاد بازشوها به‌طور متوسط ۲۰-۴۰٪ می‌باشد و همچنین فضایی برای خوابیدن در هوای آزاد لازم به نظر می‌رسد. از حیث مصالح با توجه به نمودار ماهانی می‌توان گفت که مصالح سنگین با زمان تأخیر مناسب در جداره‌های خارجی و همچنین بام مناسب است.
نمودار تقویم نیاز اقلیمی شهر مشهد نشان می‌دهد که سردترین ایام سال (آبان ماه تا اواخر اسفند)، استفاده از تابش آفتاب ضروری است و علاوه بر آن، استفاده از تجهیزات گرمایشی کمکی نیز ضرورت دارد.چهار ماه از سال (شهریور، مهر، فروردین و اردیبهشت) با استفاده از حرارت ذخیره‌شده در مصالح ساختمانی و حوالی سحر به کمک تجهیزات گرمایشی کمکی می‌توان راحت بود. در گرم‌ترین ایام سال (خرداد، تیر، مرداد) شب‌ها آسایش فراهم می‌باشد. در روزهای این ایام هوا گرم بوده و باید علاوه بر جریان باد و ظرفیت حرارتی مصالح ساختمانی، از برودت تبخیری آب نیز استفاده نمود. پیش‌بینی فضاهای متنوع ازنظر شرایط حرارتی به‌صورت فضای باز و بسته نیز تأکید بر نتایج ماهانی دارد.
بر اساس نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی نیمی از سال استفاده از سیستم گرمایش توصیه می‌شود که همزمان جذب داخلی گرما به گرمایش بنا کمک می‌کند همچنین ذخیره گرما توسط جذب مستقیم ایستا با استفاده از مصالح سبک و سنگین را پیشنهاد می‌کند. این نمودار استفاده از سایبان مناسب را مهم‌ترین راه کاهش سرمایش در شهر مشهد تخمین میزند پس‌ازآن جرم حرارتی، سرمایش تبخیری مستقیم، جرم حرارتی به تهویه شبانه، سرمایش تبخیری دو مرحله‌ای را در این اقلیم مؤثر می‌داند، البته تهویه طبیعی و استفاده از دستگاه خنک‌کننده مجهز به فن نیز بی‌تأثیر نیست.

1-Fan-forced Ventilation cooling
2- Passive solar direct gain low mass and high mass
3-Heating and humidification

کتابنامه

اسماعیلی، رضا؛ منتظری، مجید؛ اسماعیل نژاد، مرتضی؛ صابر حقیقت، اکرم . (۱۳۹۰). پهنه‌بندی اقلیمی خراسان رضوی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی. (شماره ۷۸). صص ۴۳-۵۶.
حیدری، شاهین؛ غفاری جباری، شهلا . (۱۳۸۹). منطقه راحتی حرارتی در اقلیم سرد و خشک ایران. نشریه هنرهای زیبا. (شماره ۴۴). صص ۳۷-۴۲.
داوودی، محمود؛ محمدی، حسینمراد؛ بای، ناصر . (۱۳۸۹). تجزیه‌وتحلیل و پیش‌بینی برخی عناصر اقلیمی مشهد. مجله علمی و فنی نیوار. (شماره ۷۰-۷۱). صص ۳۵-۴۶.
رازجویان، محمود . (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. نشر دانشگاه شهید بهشتی. تهران. چاپ اول.
طاووسی، تقی؛ عبدالهی، آرام . (۱۳۸۹). ارزیابی شاخص‌های آسایش دمایی و معماری همساز با اقلیم روانسر. نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز. (شماره ۳۲). صص ۱۲۵-۱۵۰.
طاهباز، منصوره . (۱۳۸۸). روش تحلیل آمار هواشناسی برای طراحی معماری همساز با اقلیم. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی. (شماره ۳۸). صص ۶۱-۷۲.
طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو . (۱۳۸۶). اصول طراحی معماری همساز با اقلیم در ایران. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران. چاپ اول.
قیابکلو، زهرا. (۱۳۸۹). مبانی فیزیک ساختمان۲ تنظیم شرایط محیطی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه امیرکبیر. تهران. چاپ سوم.
کسمایی، مرتضی. (۱۳۸۲). اقلیم و معماری. نشر خاک. تهران. چاپ دوم.
گرجی مهلباتی، یوسف؛ یاران، علی؛ پروردی نژاد، سمیرا؛ اسکندری، منیژه . (۱۳۹۰). ارزیابی معماری همساز با اقلیم در خانه‌های کاشان. آرمان‌شهر. (شماره ۷). صص ۳۱-۴۱.
ملک حسینی، عباس؛ ملکی، علیرضا . (۱۳۸۹). اثرات اقلیمی بر معماری سنتی و مدرن شهر اراک. فصل‌نامه جغرافیایی آمایش محیط. (شماره ۱۱). صص ۱۳۳-۱۵۵.
مهدیزاده سراج، فاطمه؛ جاپلقی، غلامرضا؛ صنایعیان، هانیه . (۱۳۹۳). تأثیر وجود پیش ورودی بر رفتار حرارتی فضای اصلی در اقلیم گرم و خشک ایران. نشریه علمی پژوهشی انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران. (شماره ۸). صص۱-۹.
Brown,G.Z., Dekay, M. (2001). Sun, Wind and Light architectural design strateges. America, 2nd edition.
Watson, D., Labs, K. (1983). Climatic Building Design: Energy-Efficient Building Principles and Practices, Mcgraw-Hill, new York.
http://www.razavimet.gov.ir تارنمای اداره کل هواشناسی خراسان رضوی
http://amar.mashhad.ir/